

# CALOR: SENSAÇÃO TÉRMICA, SUBSTÂNCIA OU ENERGIA? O PERFIL CONCEITUAL DE CALOR EM UM CURSO DE MANUTENÇÃO E INSTALAÇÃO DE APARELHOS DE REFRIGERAÇÃO

Angélica Oliveira de Araújo  
UFVJM

Eduardo Fleury Mortimer  
UFMG

**RESUMO:** Este trabalho é parte de uma pesquisa de Doutorado em Educação que busca investigar a utilização do perfil conceitual de calor por estudantes e instrutores do curso de qualificação profissional em mecânica de manutenção e instalação de aparelhos de climatização e refrigeração. Investigamos o uso de diferentes formas de falar associadas aos diferentes modos de pensar que caracterizam as zonas desse perfil. A utilização tecnológica do conceito de calor por esta comunidade socioculturalmente situada contempla a ideia de transferência de energia, mas também a ideia de calor como substância ou como sensação térmica, o que demonstra que para um mesmo conceito pode haver diferentes significados que são estabilizados quando este é colocado em uso por diferentes comunidades. Essa pesquisa contribui para o tema ao investigar comunidades para além do âmbito acadêmico.

**PALAVRAS CHAVE:** *Perfil conceitual, Calor, heterogeneidade conceitual, refrigeração de ambientes.*

## OBJETIVOS

Apresentar um estudo preliminar da utilização do perfil conceitual de calor utilizado por estudantes e instrutores de um curso de qualificação profissional em mecânica de manutenção e instalação de aparelhos de climatização e refrigeração. Investigamos o uso de diferentes formas de falar associadas aos diferentes modos de pensar que caracterizam as zonas desse perfil.

## PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Na literatura em Ensino de Ciências, existe concordância sobre a ineficiência da maioria dos sistemas educacionais em promover um acesso igualitário e significativo aos conhecimentos científicos (Mortimer *et. al.* 2012). Um dos motivos apontados para essa ineficiência se deve ao processo de ensino não levar em consideração os significados alternativos que são atribuídos pelos indivíduos para conceitos centrais das ciências como, por exemplo, “força” e “calor” (Mortimer e Amaral, 2001).

---

Para melhor compreender como se dá a construção dos conceitos, Mortimer (1995, 2000, 2003) apresenta a proposta de construção de perfis conceituais como uma forma de modelar a heterogeneidade do pensamento e da linguagem. Esse modelo compartilha pressupostos das teorias de (i) Bakhtin (2000), no que diz respeito às proposições sobre as enunciações, as linguagens sociais e os gêneros do discurso; e (ii) Vigotski (1934/2001), considerando o desenvolvimento das funções mentais superiores e a distinção entre sentidos e significados, criados pelo indivíduo para uma palavra, quando esta é colocada em uso. Essas teorias são integradas numa síntese coerente, constituída por vários pressupostos compartilhados.

Para Vigotski (2001), o sentido é uma entidade absolutamente pessoal e, certamente, a mesma pessoa constrói sentidos diversos para uma palavra, em diferentes circunstâncias. Já os significados são estabilizados e compartilhados culturalmente por diversos indivíduos. Entender essa distinção é um importante aspecto constitutivo do pensamento e da formação de um conceito e de conceituações.

Em geral, conceitos são tratados pela literatura em mudança conceitual como tendo uma existência duradoura, independente do contexto de uso, devido a suas estruturas internas mais ou menos fixas (Vosniadou, *et. al.* 2008). Na nossa visão, ao contrário, falamos em conceituação como o processo pelo qual as pessoas chegam a formular conceitos no processo mesmo de usá-los. A construção dos conceitos se dá a partir da construção de sentidos e significados.

No caso específico do calor, conceito estudado neste trabalho, além de possuir diversos significados, o processo de conceituação e utilização depende do desenvolvimento histórico e cultural desse conceito em determinada comunidade e seu emprego poderá fazer uso de diferentes linguagens sociais, determinadas pela posição profissional ou pessoal e ainda pelo lugar social e institucional do indivíduo. Isso caracteriza o uso de enunciados relativamente estáveis, que constituem os gêneros de discurso, e o uso de linguagens sociais específicas (Bakhtin, 2000). Assim, um técnico em refrigeração poderá empregar o conceito de calor dentro de uma linguagem técnica, mas não necessariamente acadêmica, quando estiver comunicando este conceito para seus pares ou outros setores na sua vida profissional. Ou poderá, ainda, usar o conceito de calor numa linguagem cotidiana, ligado a problemas práticos que ele enfrenta quando da instalação de sistemas de refrigeração.

Pretendemos investigar como as cinco zonas para o perfil conceitual de calor proposto por Amaral e Mortimer (2004) são utilizadas por técnicos que trabalham com refrigeração de ambientes.

1. Ideias de calor emergentes das sensações: Está relacionada com a sensação térmica de quentura, considerando a temperatura uma propriedade dos corpos e a existência do “calor”, e do “frio”.
2. Calor Animista: Nesta zona o calor seria pensado como substância viva.
3. Calor Substancialista: O calor é apresentado como uma substância, uma espécie de fluido, que pertence a um corpo e pode penetrar em outros. O frio teria uma conotação semelhante e contrária.
4. Diferenciação de calor e temperatura: O calor continua a ser associado com altas temperaturas, mas o indivíduo o diferencia da sensação térmica.
5. O conceito científico de calor como sendo proporcional à diferença de temperatura entre dois corpos: O calor é considerado como energia em trânsito.

As diferentes zonas desse perfil podem ser utilizadas em contextos tecnológico e profissional, uma vez que o indivíduo aprende o conceito científico de calor como um processo de transferência de energia, mas não abandona o conceito de calor como sendo uma substância ou uma sensação térmica. Além disso, a sua comunidade pode legitimar e validar esses diferentes usos, ligados a situações práticas.

Acreditamos que uma mesma esfera da sociedade compartilhe significados semelhantes para determinado conceito. Assim, ao responder um instrumento de coleta de dados, como um questionário ou uma entrevista, o sujeito vai lançar mão de uma linguagem social típica do lugar de onde ele fala e

também, de certa forma, considerando enunciados específicos da sua condição acadêmica e/ou escolar. Buscar esses “modos de falar” é uma das tarefas fundamentais para se determinar as categorias que compõe as diferentes zonas de um perfil conceitual (Mortimer, *et. al.* 2012).

## METODOLOGIA

Neste trabalho, são apresentados alguns resultados obtidos para a utilização das zonas do perfil conceitual de calor, em questionários e entrevistas, por estudantes e instrutores que trabalham no curso de qualificação profissional em mecânica de manutenção e instalação de aparelhos de climatização e refrigeração de ambientes, na cidade de Belo Horizonte, MG. Aplicamos o questionário para 49 estudantes, pertencentes a 4 turmas concluintes do curso no primeiro semestre de 2012 e realizamos entrevista com 5 instrutores.

O questionário foi elaborado com 5 questões abertas e foi respondido na presença da pesquisadora, sem que os alunos fizessem qualquer consulta aos colegas ou ao material. As entrevistas com os instrutores foram do tipo semi-estruturada e gravada em áudio em formato .mp3 para análise posterior.

## RESULTADOS

Apresentamos os resultados da primeira pergunta do questionário: *Para você, o que é calor?*

CATEGORIAS	49 alunos	
	Nº	%
Temperatura ou temperatura alta (quente)	10	20,8
Transferência ou troca de temperatura entre os corpos	9	18,8
Energia em trânsito entre corpos	6	12,5
Energia interna ou agitação (movimentação) de partículas (moléculas, átomos, elétrons)	7	14,6
Energia ou energia térmica	8	16,7
Carga térmica	3	6,3
Outras respostas	6	12,5
Total de respostas	52	108,0
Não respondeu	1	2,0

As categorias de análise foram criadas em processo iterativo com os dados, a partir das respostas obtidas. Os índices totais ultrapassaram 100% pois alguns alunos utilizaram mais de uma categoria em sua resposta.

Apresentamos alguns exemplos de resposta e a discussão dos resultados:

*Ondas de temperatura mais altas que a temperatura ambiente.* (categoria 1)

*É uma forma de troca de temperatura na qual acontece do mais quente para o mais frio.* (categoria 2)

39,6% dos estudantes investigados associaram o conceito de calor diretamente ao conceito de temperatura. 20,8% consideraram calor como temperatura ou temperatura elevada (categoria 1), que pode ser associado à zona do perfil conceitual de calor como sensação térmica e uma propriedade absoluta do corpo. 18,8% disseram que o calor é temperatura em trânsito (categoria 2). Nessa categoria o indivíduo diferencia o calor da sensação térmica, embora continue a associá-lo a altas temperaturas.

---

*Calor é o grau de energia cinética (interna de um corpo).* (categoria 4)  
*É uma energia térmica.* (categoria 5)

43,8% consideram o calor como sendo uma forma de energia, sendo que destes 16,7% consideraram como energia térmica, 14,6% energia interna e 12,5% energia em transito entre os corpos. Essa forma de tratar o calor corresponde à zona do científico de calor, como sendo proporcional à diferença de temperatura entre dois corpos.

*É a quantidade de carga térmica que tenta entrar no ambiente que está sendo condicionado.* (categoria 6)

6,3% do total de alunos consideraram o calor como sendo carga térmica. Acreditamos que este significado, bastante utilizado nessa comunidade, se aproxima da zona substancialista, já que o calor é tratado como algo material que precisa ser retirado de um determinado ambiente para que se observe a diminuição da temperatura.

12,5% forneceram respostas que não se adequaram às categorias propostas, como no exemplo:

*Moléculas reagentes de calor natural ou de combustão como o fogo e reações químicas liberadas no choque de combustão entre as partículas.* (categoria 7)

Na entrevista, os instrutores também responderam a mesma pergunta: ***Para você, o que é calor?***

*Instrutor 1: Na refrigeração o pessoal faz muita ligação do calor com uma mudança mesmo de temperatura. Na refrigeração é esse conceito mesmo de calor, o pessoal na prática eles não conseguem às vezes fazer esse tipo de associação ao calor como uma energia, mas eles percebem eles conseguem observar na prática a transferência de calor que é a variação de temperatura (...) E o que eu, no meu, vejo que é importante para estudo do conceito na relação de transferência de calor é o que o aluno também consiga perceber que a mudança é a variação de calor. Quanto mais um corpo recebe ou perde calor vai ter como resposta, como produto no equipamento, a variação de temperatura, que é o que ele consegue perceber de forma prática, visível mesmo.*

*Instrutor 2: Todo corpo ele tem um valor de temperatura, ou seja, essa temperatura do corpo é em função da agitação de moléculas. Então nesse caso, meu entendimento de calor é quando o corpo ele começa a produzir essa temperatura. Na verdade o corpo ele já tem uma temperatura pré-fixada, seja qualquer corpo de acordo com o material dele. Então, calor pode ser transmitido assim na mesa como se fosse essa energia térmica através de uma exploração de calor.*

É possível perceber na resposta dada pelos instrutores a utilização de diferentes modos de falar sobre o calor, que podem ser relacionados às diferentes zonas do perfil desse conceito, oriundos do senso comum, da utilização prática e da noção científica. Pode se observar que o *instrutor 1* admite que o importante para a refrigeração, em termos práticos, é a avaliação do calor enquanto mudança de temperatura. Já o *instrutor 2* apresenta a temperatura como a agitação de moléculas (energia) e uma propriedade intrínseca ao corpo (sensação térmica).

Ao longo da entrevista, os instrutores referem-se ao calor como temperatura, como sensação térmica, substância e como energia. Foi bastante comum e significativa a utilização dos termos adicionar, mandar, pegar e tirar calor ou, em sentido contrário, eliminar, ceder ou rejeitar calor. Esses modos de falar referem-se, mesmo que inconscientemente, a uma concepção de calor como uma espécie de fluido contido nos corpos, o que corresponderia à zona do perfil conceitual de calor substancialista. Observamos também o uso de expressões que referem ao conceito científico de calor, tais como, fluxo de calor, troca de calor e equilíbrio térmico. Esses modos de falar referem-se a uma categoria ontológica diferente de considerá-lo uma substância, uma vez que o calor é tratado como uma forma de energia em transito presente no processo, e pode ser associada à zona do perfil conceitual do conceito científico de calor.

---

Todas essas categorias nos levam a perceber que, para uma comunidade, a utilização de diferentes zonas do perfil conceitual deve-se à coexistência de formas diferenciadas de pensar e significar um conceito e a ideia de que estas formas apresentam valor pragmático para lidar com problemas diferentes (Sepúlveda, 2010). Para essa comunidade é importante utilizar calor diretamente associado à temperatura, à sensação térmica e como substância, uma vez que, dessa forma, pode ser compreendido e mensurado.

## CONCLUSÕES

O ensino e a aprendizagem das ciências se tornam mais sensíveis às diversidades culturais e mais factíveis, na medida em que, na perspectiva do perfil conceitual, não tomamos como objetivo deslocar ou substituir visões que são reforçadas a cada momento por nossa linguagem cotidiana (Mortimer et al., 2012).

O conceito de calor, utilizado em âmbitos cotidianos, científicos e tecnológicos pode assumir diversos significados. O uso desse conceito no exercício profissional dos técnicos que trabalham com refrigeração de ambientes não exige abandonar as concepções relacionadas às sensações térmicas ou substancialistas em detrimento à concepção do calor como fluxo de energia. Pelo contrário, mesmo conhecendo o conceito científico estes profissionais utilizam diferentes significados para o calor, úteis para o exercício profissional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. (2004). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. *Educación Química*, Cidade do México, v. 15, n. 3, p. 218-233.
- BAKHTIN, M. M. (2000) Trad. Maria Ermantina Galvão. *Estética da criação verbal*. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes.
- MORTIMER, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 265–287.
- MORTIMER, E. F. (2000). *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte, MG: Editora UFMG.
- MORTIMER, E. F.; AMARAL, E. M. R. (2001). Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 5-18.
- MORTIMER, E. F., & SCOTT, P. H. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- MORTIMER, E. F. ; SCOTT, P. H. ; EL-HANI, C.N. (2012). The Heterogeneity of Discourse in Science Classrooms: The Conceptual Profile Approach. In: Barry J. Fraser; Kenneth G. Tobin; Campbell J. McRobbie. (Org.). *Second International Handbook of Science Education*. 1 ed. Dordrecht: Springer, p. 231-246.
- SEPÚLVEDA, Claudia de Alencar Serra. (2010). Perfil conceitual de adaptação: Uma ferramenta para a análise de discurso de salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução. Tese (doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Programa Inter-institucional Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).
- VIGOTSKI L. S. (1934/2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- VOSNIADOU, S., VAMVAKOUSSI, X., SKOPELITI, I. (2008) The framework theory approach to the problem of conceptual change. In: *International Handbook of Research on Conceptual Change*. University Athens, Greece. Routledge.